Volume 8 Issue 5 (2024) Pages 1185-1196
Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini
ISSN: 2549-8959 (Online) 2356-1327 (Print)

Pengembangan Aplikasi Bangun Ruang berbasis *Augmented Reality* (AR) untuk Meningkatkan Kecerdasan Spasial dan *Self-Regulated Learning*

Zakiyah Insani[1]✉, Fery Muhamad Firdaus[2]
Pendidikan Dasar, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia[(1,2)]
DOI: 10.31004/obsesi.v8i5.6141

Abstrak
Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi berbasis *Augmented Reality* (AR) untuk bangun ruang yang efektif, praktis, dan layak digunakan guna meningkatkan kecerdasan spasial serta *self-regulated learning* siswa kelas VI SD. Metode yang digunakan adalah model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*), dengan validasi oleh ahli media dan materi. Uji coba aplikasi melibatkan guru dan siswa melalui beberapa tahap, yaitu *one-to-one, small group,* dan *field trial*. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, observasi, lembar penilaian, dan tes. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ini sangat layak dan praktis menurut guru dan siswa. Dari segi efektivitas, aplikasi ini berhasil meningkatkan kecerdasan spasial secara signifikan dengan skor 0,71 (kategori tinggi) dan *self-regulated learning* dengan skor 0,51 (kategori sedang).

Kata Kunci: *aplikasi AR; augmented reality; kecerdasan spasial; self-regulated learning*

Abstract
This study aims to develop an Augmented Reality (AR)-based application for geometric shapes that is effective, practical, and feasible for enhancing spatial intelligence and self-regulated learning of sixth-grade elementary students. The research utilizes the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), with validation conducted by media and subject matter experts. The application trial involved teachers and students in several stages: one-to-one, small group, and field trials. Data collection methods included interviews, observations, assessment sheets, and tests. According to experts and users, the results indicate that the application is highly feasible and practical. In terms of effectiveness, the application significantly improves spatial intelligence, with a high effect score of 0.71, and moderately enhances self-regulated learning, with a score of 0.51.

Keywords: *AR applications; augmented reality; spatial intelligence; self-regulated learning*

✉ Corresponding author: Zakiyah Insani
Email Address: zakiyahinsani.2022@student.uny.ac.id (Yogyakarta, Indonesia)
Received 27 August 2024 , Accepted 18 October 2024, Published 18 October 2024

DOI: 10.31004/obsesi.v8i5.6141

Pendahuluan

Di era pendidikan modern, tantangan terbesar yang dihadapi peserta didik kelas VI Sekolah Dasar (SD) adalah pemahaman konsep-konsep abstrak dalam pelajaran matematika, seperti bangun ruang dan operasi bilangan campuran. Menurut (Gardner, 2003), kecerdasan spasial mencakup kemampuan untuk memahami dan mengelola informasi dalam bentuk visual dan spasial. Hal ini sangat relevan dalam konteks pendidikan, di mana siswa harus mampu membayangkan dan memvisualisasikan objek tiga dimensi untuk memahami hubungan antar elemen geometris (Gargrish et al., 2020). Namun, banyak siswa masih kesulitan dalam hal ini, yang menghambat proses pembelajaran mereka. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan inovatif yang dapat meningkatkan kemampuan visualisasi dan pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan.

Salah satu solusi yang menjanjikan adalah penggunaan *Augmented Reality* (AR) dalam pembelajaran. AR memungkinkan siswa untuk melihat dan berinteraksi dengan objek virtual dalam lingkungan nyata, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik. Ismayani (2020) menjelaskan bahwa AR adalah teknologi yang menggabungkan objek nyata dan maya secara langsung. Dengan penerapan AR, siswa dapat memanipulasi objek geometri dan mengamati sifat-sifatnya secara langsung, yang akan memperkuat pemahaman mereka terhadap konsep bangun ruang dan meningkatkan kecerdasan spasial mereka (Dyah Purborini et al., 2021). Hal ini penting untuk mengatasi kesenjangan yang ada dalam pemahaman matematika, terutama bagi siswa yang mungkin tidak memiliki akses yang cukup terhadap metode pembelajaran konvensional.

Dalam era digital, teknologi telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari. Pemanfaatan teknologi digital dalam pendidikan memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Teknologi digital memungkinkan adanya berbagai inovasi dalam metode pembelajaran dan memfasilitasi akses pendidikan, terutama dalam konteks pembelajaran jarak jauh (Rofiah et al., 2024). Sebagai salah satu hasil kemajuan ilmu pengetahuan, era digital telah membawa sejumlah keunggulan, seperti pengembangan produk yang lebih cepat, kemampuan untuk memenuhi permintaan individual, efisiensi sumber daya, dan fleksibilitas produksi (Gardner, 2000). Oleh karena itu, pendidikan juga harus memanfaatkan teknologi untuk mendukung proses pembelajaran.

Pada saat yang sama, pendidikan dianggap sebagai faktor penentu bagi kemajuan suatu bangsa di masa depan (Sutarni et al., 2021). Pembangunan pendidikan yang kuat berkontribusi pada kemajuan dalam berbagai bidang. Keberhasilan pendidikan juga sangat dipengaruhi oleh kualitas proses pembelajaran (Nurhayani & Salistina Dewi, 2022). Dalam hal ini, teknologi dapat memainkan peran penting dalam memperkuat kegiatan belajar dan mengajar. Teknologi digital telah digunakan di berbagai lembaga pendidikan sebagai alat untuk mendukung pembelajaran, baik sebagai sumber informasi maupun alat pembelajaran yang dapat membantu peserta didik (Mustaqim, 2016). Salah satu teknologi yang berkembang pesat dan dapat digunakan dalam pendidikan adalah *Augmented Reality* (AR). Menurut Ismayani (2020), AR adalah teknologi yang memungkinkan penggabungan objek nyata dan objek maya secara langsung dalam dunia nyata. Dengan menggunakan AR, pengalaman pembelajaran menjadi lebih interaktif dan menarik, karena objek virtual dapat muncul di dunia nyata dan berinteraksi dengan pengguna. Aplikasi AR ini dapat digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis *Android* yang dapat diakses siswa di rumah maupun di sekolah, terutama untuk mendukung pembelajaran matematika geometri yang membutuhkan visualisasi spasial. Dengan memanfaatkan AR dalam pembelajaran matematika, peserta didik dapat mengalami pembelajaran yang lebih imersif dan interaktif. Mereka dapat melihat dan berinteraksi dengan objek geometri dalam bentuk 3D secara langsung, yang dapat meningkatkan pemahaman konsep geometri dan kecerdasan spasial mereka. Selain itu, penggunaan AR juga dapat membantu mengatasi kesulitan yang dihadapi selama pandemi Covid-19 dengan menyediakan media pembelajaran yang menarik dan efektif yang dapat diakses dari rumah (Sutarni et al., 2021). Dengan demikian, pengembangan

DOI: 10.31004/obsesi.v8i5.6141

media pembelajaran berbasis AR dalam matematika geometri dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan kemandirian belajar dan kecerdasan spasial peserta didik.

Untuk memahami kebutuhan ini lebih dalam, dilakukan analisis kebutuhan pada tanggal 13 Oktober 2023 melalui proses wawancara dengan guru mata pelajaran matematika dan penyebaran angket kebutuhan yang diisi oleh guru dan peserta didik kelas VI di salah satu Sekolah Dasar Islam di Yogyakarta. Berdasarkan angket wawancara, yang diisi oleh guru, kedua guru sepakat bahwa peserta didik mengalami kesulitan dalam materi operasi bilangan campuran dan bangun ruang (3D *Shape*) dalam pelajaran Matematika (Sudirman & Alghadari, 2020). Kesulitan ini diperparah oleh kurangnya pemahaman hitungan dasar dan minat belajar yang fluktuatif. Guru menggunakan diskusi kelas, proses belajar, dan hasil evaluasi untuk mengidentifikasi pemahaman siswa, serta mengatasi kesulitan dengan membuat grup diskusi kecil, memperbanyak latihan soal, dan mendorong diskusi antar teman. Metode pembelajaran yang digunakan termasuk *inquiry, hands-on activity*, dan *project-based learning*, yang dianggap cukup efektif dan menyenangkan. Guru mengakui perlunya media pembelajaran dalam membantu siswa memahami Matematika, meskipun mereka belum menggunakan aplikasi berbasis *Android*. Model 3D berbasis objek nyata telah digunakan, namun tidak ada kendala signifikan dalam penggunaannya. Guru juga menyadari pentingnya media pembelajaran yang dapat diakses siswa di rumah, terutama mengingat kesulitan selama pandemi Covid-19 yang menyebabkan kurangnya fokus siswa dan ketidakmampuan guru untuk mengontrol langsung. Setelah pembelajaran tatap muka kembali, guru merasakan adanya "*learning loss*" dan telah mengatur jam pelajaran sesuai kebutuhan untuk mempercepat transformasi pendidikan. Guru juga menekankan pentingnya meningkatkan kecerdasan spasial siswa, yang cukup kritis dalam memecahkan masalah namun hanya sebagian yang memiliki kemandirian belajar yang baik. Siswa kelas VI digambarkan sebagai aktif, mandiri, dan memiliki kemampuan kerja tim yang baik.

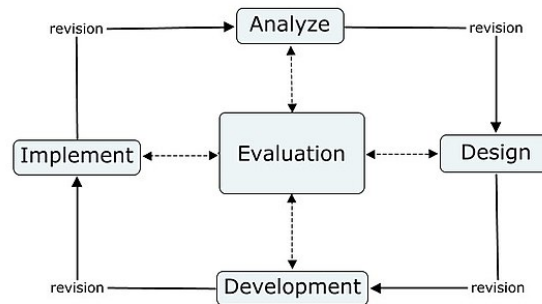
Di kesempatan lainnya, peneliti memberikan instrumen angket wawancara yang disebarkan pada tanggal 16 Oktober 2023. Hasil angket wawancara tersebut menunjukkan data bahwa kebanyakan peserta didik merasa Matematika adalah pelajaran yang sulit, terutama ketika objek pembelajaran tidak bisa diamati langsung dan melibatkan rumus yang sulit diingat. Meskipun demikian, mayoritas siswa memiliki *smartphone* dan akses internet, yang memungkinkan penggunaan teknologi dalam pembelajaran. Peserta didik menunjukkan minat tinggi pada media pembelajaran interaktif seperti gambar dan video 3D, khususnya yang dapat dilihat di dunia nyata, karena mereka merasa lebih mudah memahami materi yang disajikan dalam bentuk ini. Mereka juga merasa lebih terbantu dengan pembelajaran yang kontekstual dan kolaboratif, serta membutuhkan bimbingan guru dan metode belajar khusus untuk memahami konsep dan rumus Matematika. Mengetahui contoh-contoh dan jaring-jaring bangun ruang serta mampu menggambarkannya menunjukkan bahwa siswa memiliki dasar pengetahuan yang baik, namun tetap memerlukan metode yang lebih menarik dan praktis untuk mempermudah pemahaman mereka. Hasil wawancara dan angket ini menunjukkan bahwa terdapat kebutuhan yang mendesak untuk media pembelajaran yang interaktif dan dapat digunakan baik di rumah maupun di sekolah.

Teori *self-regulated learning* merupakan partisipasi aktif siswa dalam perilaku belajarnya yang dilakukan secara sistematis dan berorientasi pada tujuan belajar (Istiqomah et al., 2022). Partisipasi aktif siswa dalam *self-regulated learning* mencakup elemen-elemen seperti metakognisi, motivasi, dan strategi kognitif (Nurjanah et al., 2020a). Ini mencakup kemampuan siswa untuk mengukur kemampuan mereka sendiri, merencanakan kebutuhan belajar, memiliki motivasi dan kepercayaan diri dalam aktivitas belajar, serta melakukan evaluasi terhadap kegiatan belajar yang telah dilakukan. Pendapat yang serupa diungkapkan oleh Yusufu Gambo bahwa *self-regulated learning* adalah partisipasi aktif siswa dalam mengkonstruksi aktivitas belajar mereka sendiri, mulai dari menetapkan makna, tujuan, hingga strategi belajar (Gambo & Shakir, 2021). Dengan kata lain, *self-regulated learning* adalah kemampuan siswa untuk terlibat aktif dalam proses belajar mereka, yang dimulai dari

DOI: 10.31004/obsesi.v8i5.6141

perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi. Dalam proses belajar, setiap siswa memiliki kemampuan intelektual yang berbeda, dan pengajar harus merangsang rasa ingin tahu serta minat peserta didik dalam belajar. Dengan memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk mengembangkan imajinasi, menguji ide-ide mereka, dan berpikir tentang berbagai kemungkinan, pembelajaran dapat menjadi lebih efektif (Samsinar, 2020). Hal ini diperlukan terutama dalam konteks pelajaran matematika, di mana pemahaman konsep-konsep abstrak sangat bergantung pada kemampuan visualisasi dan penerapan praktis (Wahyudi & Arwansyah, 2019). Dengan menerapkan metode yang lebih interaktif dan kontekstual, seperti penggunaan AR, siswa dapat lebih mudah memahami dan mengaplikasikan konsep matematika yang kompleks dalam kehidupan sehari-hari mereka. Pendekatan ini tidak hanya membantu meningkatkan kecerdasan spasial, tetapi juga memfasilitasi pembelajaran yang lebih bermakna dan menyenangkan bagi peserta didik.

Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) untuk mengembangkan media pembelajaran yang layak, praktis, dan efektif berupa aplikasi *smartphone Android* yang terintegrasi dengan flashcard berbasis *augmented reality* untuk materi bangun ruang bagi peserta didik kelas VI SD. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*), yang dikenal fleksibel dan cocok untuk situasi kompleks (Branch, 2010).

Gambar 1. Tahapan Pengembangan Produk Adaptasi dari Model ADDIE

Pada tahap analisis (*Analysis*), peneliti melakukan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi kesulitan yang dialami peserta didik dalam memahami materi bangun ruang. Analisis ini meliputi pengumpulan data melalui wawancara dengan guru dan penyebaran angket kepada siswa untuk menggali informasi tentang karakteristik peserta didik serta kebutuhan mereka dalam pembelajaran (Muruganantham, 2015). Hasil analisis ini menjadi landasan untuk merancang media yang tepat sesuai dengan profil peserta didik.

Setelah itu, tahap perancangan (*Design*) dimulai dengan pembuatan prototipe aplikasi dan flashcard berbasis augmented reality. Dalam proses ini, peneliti juga menyusun instrumen validasi, yang terdiri dari kuesioner yang dinilai oleh ahli pendidikan dan materi. Validitas instrumen diuji berdasarkan aspek konten, konstruksi, dan tampilan, di mana *feedback* dari ahli digunakan untuk memastikan bahwa media pembelajaran yang dirancang relevan dan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang diinginkan. Selain itu, reliabilitas instrumen diukur melalui uji coba awal dan analisis konsistensi internal dengan menggunakan metode "Cronbach's Alpha", yang bertujuan untuk memastikan bahwa instrumen memberikan hasil yang konsisten (Musfiroh, 2023).

Pada tahap pengembangan (*Development*), peneliti secara konkret mewujudkan prototipe aplikasi dan flashcard yang telah dirancang sebelumnya untuk memfasilitasi proses pembelajaran. Dalam konteks ini, peneliti tidak hanya fokus pada pembuatan produk, tetapi juga melakukan validasi instrumen untuk mengukur kecerdasan spasial dan *self-regulated learning* yang merupakan aspek krusial dalam penguasaan materi bangun ruang. Validitas

DOI: 10.31004/obsesi.v8i5.6141

instrumen menjadi prioritas utama dalam penelitian ini, dengan penekanan pada dua jenis validitas, yaitu validitas isi dan validitas konstruksi (Primaestri et al., 2023). Validitas isi berfungsi untuk memastikan bahwa item-item yang terdapat dalam instrumen mencerminkan dengan tepat komponen-komponen yang relevan dari objek yang diukur, sedangkan validitas konstruk digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik instrumen tersebut dapat mengukur konstruk yang dimaksud, yaitu *self-regulated learning* (Pambudi et al., 2022).

Proses pengujian validitas isi melibatkan kesepakatan dari ahli (*expert judgement*) yang memberikan penilaian terhadap butir-butir instrumen, yang dalam penelitian ini mencakup validitas muka dan validitas logis. Validitas muka berkaitan dengan tampilan dan format instrumen, sementara validitas logis dievaluasi melalui pemeriksaan item-item instrumen yang seharusnya sesuai dengan kisi-kisi yang telah ditetapkan(Muali et al., 2020). Untuk membuktikan validitas isi, peneliti menggunakan indeks kesepakatan ahli, yaitu *Indeks Gregory*, yang berkisar antara 0 hingga 1, di mana kategori relevansi dibagi menjadi lemah dan kuat berdasarkan pandangan dua ahli. Selain itu, validitas empiris diuji melalui analisis data yang diperoleh dari pengujian instrumen pada responden, di mana koefisien korelasi antara skor item dan skor total responden digunakan untuk menilai validitas empiris instrumen.

Dalam hal reliabilitas, instrumen dianggap reliabel jika dapat memberikan hasil yang konsisten ketika diukur berulang kali. Penelitian ini menggunakan koefisien "Alpha Cronbach" untuk mengestimasi reliabilitas instrumen, dengan angka reliabilitas minimum yang diharapkan mencapai 0,65 agar instrumen dapat dianggap memenuhi syarat reliabilitas yang diinginkan. Seluruh tahapan validasi dan reliabilitas ini sangat penting, karena memastikan bahwa instrumen yang digunakan tidak hanya valid secara teori, tetapi juga efektif dalam praktik, sehingga dapat diandalkan untuk menilai kemampuan peserta didik dalam aspek-aspek yang diukur (Nurjanah et al., 2020).

Selanjutnya, tahap implementasi (*Implementation*) melibatkan penerapan media pembelajaran pada peserta didik dalam dua skala, yaitu uji coba terbatas di kelas kecil dan uji coba kelompok besar. Dalam implementasi ini, peserta didik diberikan kesempatan untuk menggunakan aplikasi dan flashcard dalam situasi belajar nyata, sementara guru mengamati interaksi serta respons peserta didik terhadap media yang digunakan.

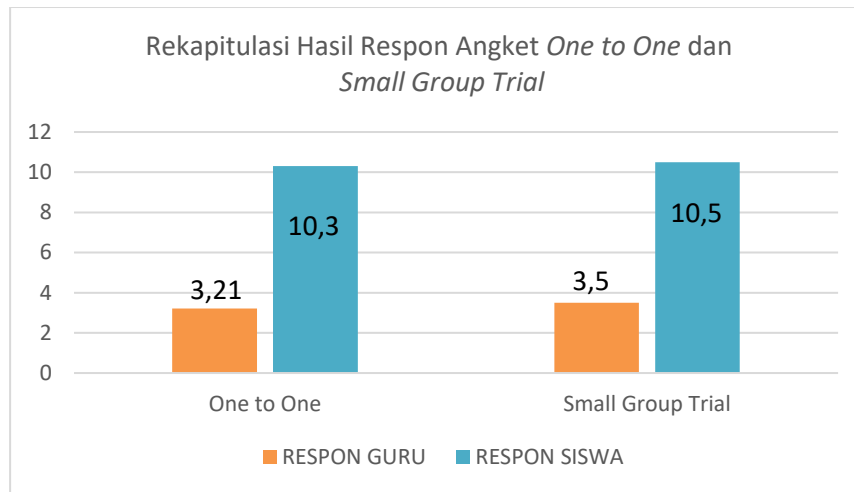
Terakhir, tahap evaluasi (*Evaluation*) dilakukan untuk menganalisis hasil belajar peserta didik menggunakan instrumen yang telah disiapkan. Evaluasi mencakup analisis hasil tes kecerdasan spasial dan angket *self-regulated learning*, serta penilaian kepraktisan media. Pengumpulan data dilakukan melalui teknik non-tes (angket) dan tes (hasil ujian). Teknik analisis data yang diterapkan melibatkan beberapa langkah statistik untuk mengevaluasi media pembelajaran berbasis AR. Pertama, uji normalitas dilakukan untuk memastikan bahwa data mengikuti distribusi normal. Selanjutnya, uji hipotesis dilakukan untuk mengevaluasi perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol. Uji t-test digunakan untuk membandingkan rata-rata skor kecerdasan spasial dan *self-regulated learning* antara kedua kelompok, sedangkan *independent t-test* membandingkan performa di antara kelompok yang berbeda secara lebih spesifik. Selain itu, nilai n-gain dihitung untuk menilai peningkatan kemampuan peserta didik sebelum dan sesudah penggunaan media AR, memberikan gambaran tentang efektivitas media dalam meningkatkan hasil belajar.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Media Barustar telah mendapatkan penilaian positif dari uji coba *One to One* dan *Small Group Trial*. Pada uji coba one to one, media ini dinilai praktis dengan total skor 45 dan rata-rata 3,21 oleh guru, serta skor rata-rata 10,3 dan kategori sangat praktis oleh siswa. Peningkatan signifikan terlihat pada uji small group trial, di mana total skor guru naik menjadi 49 dengan rata-rata 3,5, dan skor siswa mencapai 98 dengan rata-rata 9,8, keduanya masuk dalam kategori sangat praktis. Temuan ini menunjukkan bahwa Barustar efektif dan menarik dalam proses pembelajaran, dengan teknologi AR yang

DOI: 10.31004/obsesi.v8i5.6141

meningkatkan interaktivitas dan pemahaman materi oleh siswa. Rekapitulasi hasil respon guru dan peserta didik pada uji *One to One* dan *Small Group Trial* ditampilkan pada grafik berikut ini.

Gambar 2. Rekapitulasi hasil respon angket kepraktisan

Respon yang sangat positif dari peserta didik mengindikasikan bahwa media Barustar berhasil memenuhi kebutuhan pembelajaran dan mempermudah pemahaman siswa terhadap materi. Peningkatan skor penilaian dari peserta didik juga menunjukkan bahwa produk ini efektif dalam memfasilitasi proses belajar mengajar, membuatnya layak untuk digunakan lebih lanjut dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Kepraktisan dan kemudahan penggunaan yang diakui oleh peserta didik menjadi indikator kuat bahwa media ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kecerdasan spasial dan kemandirian belajar peserta didik.

Keefektifan aplikasi AR dalam meningkatkan kecerdasan spasial peserta didik kelas VI SD diukur menggunakan instrumen tes kecerdasan spasial yang terdiri dari 15 butir soal. Instrumen soal kecerdasan spasial berupa *pretest* diberikan sebelum pelaksanaan pembelajaran dan *post-test* yang dilakukan setelah pembelajaran dilaksanakan. Efektivitas aplikasi AR dalam meningkatkan kecerdasan spasial peserta didik dapat dilihat dari skor N-Gain. Ringkasan dari hasil perolehan *pretest* dan *posttest* dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Hasil Tes Kecerdasan Spasial

No.	Kelas	Jumlah Siswa	Skor Kecerdasan Spasial		N-Gain	Kategori
			Sebelum	Sesudah		
1.	Kontrol	20	46	75	0,53	Sedang
2.	Eksperimen	20	47	87	0,71	Tinggi

Pada tabel 1, terlihat bahwa kelas kontrol memperoleh skor kecerdasan spasial sebelum dilakukan perlakuan sebesar 46, sedangkan skor sesudah dilakukan perlakuan sebesar 75 dengan nilai gain sebesar 0,53 pada kategori sedang. Kelas eksperimen memperoleh skor test kecerdasan spasial sebelum dilakukan perlakuan sebesar 47 sedangkan skor sesudah dilakukan perlakuan sebesar 87 dengan nilai gain sebesar 0,71 pada kategori tinggi. Sebelum dilakukan uji *paired t-test*, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan homogenitas sebagai uji prasyarat. Hasil uji normalitas multivariat menunjukkan nilai Sig. (2-tailed) = 0,000 < 0,05 sehingga data dianggap berdistribusi normal. Selanjutnya, setelah data dinyatakan normal, dilakukanlah uji homogenitas dan uji hipotesis dengan *paired t-test* dan *independent t-test*. Jika taraf signifikansi < 0,05 maka H0 ditolak dan Ha diterima, namun jika taraf signifikansi >0,05 maka H0 diterima dan Ha ditolak. Data yang digunkan untuk melakukan uji t berpasangan

DOI: 10.31004/obsesi.v8i5.6141

ini adalah nilai prestest dan posttest pada angket SRL dengan bantuan progam SPSS versi 27.0. Rekapitulsi hasil uji t berpasangan untuk aspek kecerdasan spasial dan *self-regulated learning* dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Hasil uji-t berpasangan data tes kecerdasan spasial dan angket SRL

Paired Sample Test								
Pre-Ekperimen - Post-Ekperimen	Paired Differences							
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	**Sig (2-tailed)**
				Lower	Upper			
Kecerdasan Spasial	-23.300	15.339	3.430	-30.479	-16.121	-6.793	19	**0.000**
SRL	-22.400	11.861	2.652	-27.951	-16.849	-8.446	19	**.000**

Tabel 2 menggambarkan bahwa data hasil uji t berpasangan pada angket SRL menunjukkan nilai Sig. 0,000 yang berarti < 0,05. Dengan demikian hipotesis H0 ditolak yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan pada aspek kemandirian belajar atau *self-regulated learning* (SRL) peserta didik sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran menggunakan aplikasi berbasis AR. Selanjutnya, dilakukan uji -t Independent dengan tujuan untuk mengetahui apakah terdapat peningkatan terhadap kemandirian belajar atau aspek self-regulated learning sebelum menggunkan aplikasi AR dan sesudah menggunakan aplikasi AR dalam pelaksanaan pembelajaran. Rumusan hipotesisi uji t independent pada SRL adalah:

H_0: Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada aspek kecerdasan spasial dan kemandirian belajar peserta didik kelas VI yang mengikuti pembelajaran dengan menggunakan Aplikasi AR dengan peserta didik yang tidak menggunakan Aplikasi AR.

Ha : Terdapat perbedaan yang signifikan pada aspek kecerdasan spasial dan kemandirian belajar peserta didik kelas VI yang mengikuti pembelajaran dengan menggunakan Aplikasi AR dengan peserta didik yang tidak menggunakan Aplikasi AR.

Jika taraf signifikansi <0,05 maka H_0 ditolak dan Ha diterima, namun jika taraf signifikansi >0,05 maka H_0 diterima dan Ha ditolak. Data yang digunakan untuk melakukan uji t independent ini adalah nilai posttest angket SRL peserta didik dengan bantuan program SPSS. Rekapitulasi hasil uji-t independent pada aspek kemandirian belajar dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji-t independent data tes kecerdasan spasial dan angket SRL

Independent Sample Test										
		Levene's Test for Equality of Var.		T-Test for Equality of Means						
				t	df	Sig. (2 tailed)	Mean Diff.	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		F	**Sig.**						Lower	Upper
Kecerdasan Spasial	Equal var. assumed	14.822	**.000**	3.814	38	.000	12.450	3.264	5.842	19.058
	Equal var. not assumed			3.814	24.077	.001	12.450	3.264	5.714	19.058
Self-Regulated Leaning (SRL)	Equal var. assumed	0.830	**0.000**	8.546	38	0.000	22.550	2.639	27.892	17.208
	Equal var. not assumed			8.546	36.498	0.000	22.550	2.639	27.899	17.201

DOI: 10.31004/obsesi.v8i5.6141

Berdasarkan tabel 3, dapat diketahui bahwa hasil pengujian hipotesis data posttest kelas kontrol dan eksperimen pada tes kecerdasan spasial dan angket SRL menggunakan *independent t-test* memperoleh nilai signifikansi 0,000. Hasil ini menunjukkan bahwa 0,000 < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan Ha diterima. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penggunaan Aplikasi AR yang diterapkan pada pembelajaran matematika materi bangun ruang di kelas eksperimen berpengaruh terhadap peningkatan kemandirian belajar peserta didik kelas VI SD. Efektivitas pembelajaran yang menggunakan media aplikasi AR dibandingkan dengan pembelajaran menggunakan hand-out ditentukan menggunakan selisih nilai pretest dan *post-test* dan skor N-Gain pada aspek kecerdasan spasial dan kemampuan SRLyang dilakukan dikelas eksperimen dan kelas kontrol. Rangkaian uji yang telah dilakukan selanjutnya dijabarkan pada tabel yang telah disajikan.

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Efektifitas Aplikasi AR

Kelas	Variable	Rata-rata Pretest	Rata-rata Post-test	Selisih Pre-Post		Skor Gain	Kategori
				Rata-rata	Nilai Maks		
Kelas Eksperimen	Kecerdasan Spasial	47	87	40	53	0,71	Tinggi
	SRL	108	130	22	42	0,51	Sedang
Kelas Kontrol	Kecerdasan Spasial	46	75	29	54	0,53	Sedang
	SRL	108	110	2	42	0,04	Rendah

Berdasarkan hasil rekaitulasi uji standar Gain pada Tabel menunjukkan bahwa aplikasi berbasis *augmented reality* yang diimplementasikan pada kelas eksperimen memiliki tingkat efektivitas "tinggi" dalam meningkatkan kecerdasan spasial dengan skor efektivitas 0,71, sedangkan pada orientasi SRL skor menunjukkan nilai 0,51 yang termasuk kedalam kategori "sedang". Nilai yang berbeda terlihat pada kelas kontrol dengan skor gain 0,53 pada aspek kecerdasan spasial yang termasuk kategori "sedang" dan 0,04 pada orientasi SRL yang termasuk kategori "rendah". Data hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran diperoleh berdasarkan observasi yang dilakukan oleh observer selama 4 kali pertemuan. Pada kelas eksperimen setiap pertemuan dilaksanakan pembelajaran bangun ruang dengan menggunakan media Aplikasi Barustar yang telah dikembangkan dalam penelitian ini. Sedangkan, pada kelas kontrol, kegiatan pembelajaran tidak menggunakan media Aplikasi Barustar. Rekapitulasi data hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Persentase Keterlaksanaan Pembelajaran

Pertemuan ke-	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
I	92%	91%	83%	75%
II	88%	73%	85%	77%
III	88%	91%	80%	80%
IV	85%	86%	80%	76%
Rata-rata	88%	85%	82%	77%

Berdasarkan Tabel 5, terlihat bahwa rata-rata keterlaksanaan pada kelas eksperimen kegiatan guru dalam empat kali pertemuan adalah 88%, sedangkan rata-rata keterlaksanaan kegiatan peserta didik dalam empat kali pertemuan adalah 85%. Hal berbeda terlihat pada kelas control dengan rata-rata keterlaksanaan kegiatan guru bernilai 82% dan rata-rata keterlaksanaan peserta didik adalah 77%. Persentase kegiatan pembelajaran oleh guru dan

DOI: 10.31004/obsesi.v8i5.6141

peserta didik pada kelas eksperimen masing-masing lebih dari standar yang telah ditentukan yaitu 80%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran berbasis *augmented reality* pada materi bangun ruang yang berorientasi pada kecerdasan spasial dan *self-reguated learning* memenuhi kriteria efektif berdasarkan keterlaksanaan pembelajaran.

Pembahasan

Penelitian ini berhasil mengembangkan media pembelajaran *berbasis augmented reality* bernama Barustar untuk meningkatkan kemampuan spasial dan *self-regulated learning* (SRL) siswa, menggunakan model ADDIE yang mencakup lima tahapan: *Analyze, Design, Development, Implementation,* dan *Evaluation* (Branch, 2010). Proses pengembangan yang sistematis bertujuan memastikan aplikasi yang dihasilkan memenuhi standar kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan(Nuraini, 2021). Kualitas Barustar dievaluasi melalui validasi ahli, yang menunjukkan peningkatan signifikan dalam kelayakan materi dan media setelah revisi, dengan skor validasi ahli materi rata-rata mencapai 4,75, menandakan bahwa media ini sangat layak diterapkan di lapangan (Ilma et al., 2022). Temuan ini menegaskan pentingnya pengembangan konten relevan dan menarik untuk meningkatkan efektivitas media pembelajaran.

Uji coba praktis Barustar dilakukan melalui uji coba *one-to-one* dan small group, di mana aplikasi ini terbukti praktis digunakan oleh guru dan siswa. Komentar positif dari guru menyoroti bahwa Barustar menyajikan materi sesuai dengan tingkat pemahaman siswa dan menarik dalam menyampaikan konsep-konsep matematika kompleks (Zhou, 2018). Hasil serupa diperoleh dari uji coba *small group* yang menunjukkan kategori sangat praktis. Temuan ini menunjukkan bahwa interaktivitas dan desain menarik dari Barustar mampu meningkatkan keterlibatan siswa, mendukung hasil penelitian sebelumnya yang mengungkapkan bahwa penggunaan teknologi AR dapat meningkatkan motivasi belajar siswa (Ilma et al., 2022).

Keefektifan Barustar diukur melalui uji *field trial* yang membandingkan kelas eksperimen dengan kelas kontrol, di mana analisis data menggunakan *pretest* dan *posttest* menunjukkan peningkatan signifikan dalam kecerdasan spasial siswa setelah penggunaan aplikasi AR, dengan nilai signifikansi 0,000 (Gunawan et al., 2022). Uji t independen memperkuat hasil ini dengan menunjukkan perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, yang menegaskan bahwa penggunaan aplikasi AR memberikan pengaruh positif dalam meningkatkan kemampuan spasial dibandingkan metode pembelajaran konvensional (Bhagat et al., 2021). Rekapitulasi uji standar Gain mengindikasikan bahwa aplikasi AR ini memiliki tingkat efektivitas tinggi dalam meningkatkan kecerdasan spasial dan SRL sementara kelas kontrol menunjukkan skor gain jauh lebih rendah, mencerminkan ketidakcukupan metode tradisional dalam meningkatkan kemampuan peserta didik (Trisniawati et al., 2023).

Meskipun hasil penelitian ini menunjukkan potensi menjanjikan, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan, termasuk ukuran sampel terbatas dan durasi intervensi yang mungkin tidak cukup untuk mengamati perubahan jangka panjang pada SRL dan kecerdasan spasial siswa. Penelitian lebih lanjut sebaiknya melibatkan sampel lebih besar dan beragam untuk meningkatkan generalisasi hasil. Selain itu, keterbatasan teknis aplikasi AR, seperti kompatibilitas perangkat dan keterampilan pengguna dalam memanfaatkan teknologi, juga dapat mempengaruhi efektivitas aplikasi di lapangan (Mursyidah & Saputra, 2022). Oleh karena itu, arah penelitian ke depan harus fokus pada pengujian aplikasi dalam konteks lebih luas serta memperpanjang durasi intervensi untuk mengevaluasi dampak jangka panjang terhadap perkembangan kemampuan siswa.

Temuan penelitian ini mendukung bukti bahwa teknologi AR memiliki potensi besar dalam meningkatkan aspek kognitif dan metakognitif siswa (Wijayanto et al., 2023). Penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Mursyidah & Saputra (2022), menunjukkan bahwa teknologi AR mampu memberikan visualisasi nyata untuk membantu pemahaman objek

bangun ruang 3D, sejalan dengan hasil penelitian ini yang mencatat penggunaan *flashcard* sebagai media pembelajaran tambahan yang diintegrasikan dengan aplikasi. Kebaruan ini, bersama penggunaan teknologi AR, membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut dalam konteks pengembangan media pembelajaran lebih efektif dan menarik di masa depan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Barustar tidak hanya efektif meningkatkan kecerdasan spasial dan SRL siswa, tetapi juga memberikan pengalaman belajar interaktif dan menarik. Oleh karena itu, implementasi teknologi AR dalam pendidikan dasar perlu dipertimbangkan sebagai langkah strategis untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, keterlibatan, dan motivasi siswa, sejalan dengan prinsip-prinsip pembelajaran aktif yang diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar secara keseluruhan (Kaliraj & Devi, 2021).

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan, media pembelajaran bangun ruang berbasis *augmented reality* yang dikembangkan dinyatakan sangat layak dan efektif untuk meningkatkan kecerdasan spasial dan *self-regulated learning*. Penilaian dari ahli materi dan media menunjukkan nilai masing-masing 4,75 dan 4,3, yang keduanya berada dalam kategori "sangat layak" untuk implementasi di Sekolah Dasar (SD). Selain itu, aplikasi ini terbukti praktis, dengan skor respon kepraktisan guru mencapai 49 dan rata-rata 3,5, serta skor respon peserta didik yang totalnya 98 dengan rata-rata 9,8. Efektivitas media ini tercermin dalam skor 0,71 untuk peningkatan kecerdasan spasial dan 0,51 untuk peningkatan SRL di kelas VI SD. Implikasi praktis dari penelitian ini sangat signifikan, mengingat media pembelajaran ini dapat digunakan oleh guru dan peserta didik dalam kegiatan belajar mengajar utama maupun sebagai media penunjang. Fleksibilitas aplikasi *android* ini memungkinkan penggunaannya baik di dalam maupun luar kelas, membuatnya ideal untuk kelas dengan kecerdasan spasial dan SRL yang rendah atau yang memerlukan peningkatan. Lebih jauh lagi, media pembelajaran berbasis AR ini dapat menjadi referensi bagi peneliti lain dalam mengembangkan media serupa untuk materi atau orientasi pengembangan yang berbeda. Arah pengembangan aplikasi di masa depan mencakup diseminasi yang lebih luas melalui digital library Universitas Negeri Yogyakarta, publikasi di jurnal ilmiah, serta penyebaran produk melalui *Google Playstore* setelah memperoleh hak kekayaan intelektual (HAKI). Dengan pengalaman positif dari penggunaan aplikasi ini di SDIT Al-Azhar 55 Yogyakarta, ada potensi untuk memperluas jangkauannya ke sekolah-sekolah sederajat lainnya. Berdasarkan saran guru, pengembang berencana menambahkan fitur kuis dan latihan, menjadikan aplikasi ini alat penilaian yang lebih interaktif. Kontak pengembang juga disertakan dalam aplikasi untuk memungkinkan umpan balik berupa kritik dan saran dari berbagai pihak, demi perbaikan dan pengembangan berkelanjutan. Dengan langkah-langkah ini, aplikasi Barustar diharapkan dapat memberikan dampak yang lebih besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan keterlibatan siswa di berbagai institusi pendidikan.

Daftar Pustaka

Bhagat, K. K., Yang, F.-Y., Cheng, C.-H., Zhang, Y., & Liou, W.-K. (2021). Tracking the process and motivation of math learning with augmented reality. *Educational Technology Research and Development*, *69*(6), 3153–3178. https://doi.org/10.1007/s11423-021-10066-9

Branch, R. M. (2010). Instructional design: The ADDIE approach. In *Instructional Design: The ADDIE Approach*. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6

Dyah Purborini, S., Candra Hastari, R., Studi Pendidikan Matematika, P., & PGRI Tulungagung, S. (n.d.). *Analisis Kemampuan Spasial Pada Bangun Ruang Sisi Datar Ditinjau Dari Perbedaan Gender*.

DOI: 10.31004/obsesi.v8i5.6141

Gambo, Y., & Shakir, M. Z. (2021). Review on self-regulated learning in smart learning environment. *Smart Learning Environments*, *8*(1). https://doi.org/10.1186/s40561-021-00157-8

Gardner, H. (2000). Can technology exploit our many ways of knowing. In *The digital classroom: How technology is changing the way we teach and learn*.

Gardner, H. (2003). *Multiple Intelligences (Kecerdasan Majemuk): Teori dalam Praktik*. Interaksara.

Gargrish, S., Mantri, A., & Kaur, D. P. (2020). Augmented reality-based learning environment to enhance teaching-learning experience in geometry education. *Procedia Computer Science*, *172*, 1039–1046. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.152

Gunawan, G., Ulia, N., Iqbal, A. M., & Kusuma, J. W. (2022). Development of Augmented Reality Learning Media To Improve Mathematic Spatial Ability. *International Journal of Economy, Education and Entrepreneurship (IJE3)*, *2*(3), 816–824. https://doi.org/10.53067/ije3.v2i3.120

Ilma, M. F. M., Roebyanto, G., & Ahdhianto, E. (2022). Pengembangan Media Kartu Baruang (Belajar Bangun Ruang) Berbasis Augmented Reality untuk Kelas VI SD. *Sekolah Dasar: Kajian Teori Dan Praktik Pendidikan*, *31*(1), 36. https://doi.org/10.17977/um009v31i12022p036

Ismayani, A. (2020). *Membuat Sendiri Aplikasi Augmented Reality*. Elex Media Komputindo. https://ebooks.gramedia.com/id/buku/membuat-sendiri-aplikasi-augmented-reality

Istiqomah, Wardani, D. K., & Noviani, L. (2022). The Effect of Self-Regulated Learning and Learning Motivation on Economics Learning Achievement. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding (IJMMU)*, *9*(6), 388–398. http://ijmmu.comhttp//dx.doi.org/10.18415/ijmmu.v9i6.3813

Kaliraj, P., & Devi, T. (2021). Innovating with Augmented Reality: Applications in Education and Industry. In *Innovating with Augmented Reality: Applications in Education and Industry*. CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781003175896

Muali, C., Setyosari, P., Purnomo, & Yuliati, L. (2020). Effects of Mobile Augmented Reality and Self-Regulated Learning on Students' Concept Understanding. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, *15*(22), 218–229. https://doi.org/10.3991/ijet.v15i22.16387

Mursyidah, D., & Saputra, E. R. (2022). Aplikasi Berbasis Augmented Reality sebagai Upaya Pengenalan Bangun Ruang bagi Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar : Jurnal Tunas Nusantara*, *4*(1), 427–433. https://ejournal.unisnu.ac.id/jtn/article/view/2941

Muruganantham, G. (2015). Developing of E-content package by using ADDIE Model. *International Journal of Applied Research*, *1*(3), 52–54. www.allresearchjournal.com

Musfiroh, T. (2023). Pengembangan Kecerdasan Majemuk: Hakikat Kecerdasan Majemuk (Multiple Intelligences). *Lemlit UNY*. http://repository.ut.ac.id/4713/2/PAUD4404-TM.pdf

Mustaqim, I. (2016). PEMANFAATAN AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, *13*(2), 174.

Nuraini, A. (2021). Pengembangan Aplikasi Augmented Reality menggunakan Unity. In *Universitas PGRI Semarang*. Universitas PGRI Semarang.

Nurhayani, & Salistina Dewi. (2022). Teori Belajar Dan Pembelajaran. In *CV Gerbang Media Aksara (Anggota IKAPI)*.

Nurjanah, Latif, B., Yuliardi, R., & Tamur, M. (2020a). Computer-assisted learning using the Cabri 3D for improving spatial ability and self- regulated learning. *Heliyon*, *6*(11). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05536

Pambudi, P. S., Setyaningrum, W., Retnawati, H., & Sugiman, S. (2022). Augmented reality to improve self-regulated learning and spatial ability. *Augmented Reality to Improve Self-Regulated Learning and Spatial Ability.*, 050022. https://doi.org/10.1063/5.0111057

DOI: 10.31004/obsesi.v8i5.6141

Primaestri, W., Akhyar, M., & Sutimin, L. A. (2023). Bibliometric Analysis of Game Research Trends in Elementary Learning and Self-Regulated Learning Skill. *Jurnal Prima Edukasia*, *11*(2), 225–234. https://doi.org/10.21831/jpe.v11i2.60264

Rofiah, N. H., Restiana, R., & Dewi, R. (2024). Promoting Digital Literacy: Assessing Teachers Readiness in Utilizing Information and Communication Technology for Learning in Rural Area. *Jurnal Prima Edukasia*, *12*(1), 41–51. https://doi.org/10.21831/jpe.v12i1.63968

Samsinar. (2020). Multiple Intelligence Dalam Pembelajaran. In *Tallasa*. http://repositori.iain-bone.ac.id/109/1/Buku Multiple Intellegence Dalam Pembelajaran-compressed-compressed.pdf

Sudirman, S., & Alghadari, F. (2020). Bagaimana Mengembangkan Kemampuan Spasial dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah?: Suatu Tinjauan Literatur. *Journal of Instructional Mathematics*, *1*(2), 60–72. https://doi.org/10.37640/jim.v1i2.370

Sutarni, N., Arief Ramdhany, M., Hufad, A., & Kurniawan, E. (2021). Self-regulated learning and digital learning environment: Its' effect on academic achievement during the pandemic. *Cakrawala Pendidikan*, *40*(2), 374–388. https://doi.org/10.21831/cp.v40i2.40718

Trisniawati, T., Rhosyida, N., Muanifah, M. T., Megawati, I., Widodo, S. A., Fitrotunisa, A., Suwandayani, B. I., & Ardiyaningrum, M. (2023). Exploration of Self-regulated Learning through Edmodo. *Jurnal Prima Edukasia*, *11*(1), 38–46. https://doi.org/10.21831/jpe.v11i1.52872

Wahyudi, U. M. W., & Arwansyah, Y. B. (2019). Developing Augmented Reality-based Learning Media to Improve Student Visual Spatial Intelligence. *Indonesian Journal of Curriculum and Educational Technology Studies*, *7*(2), 89–95. https://doi.org/10.15294/ijcets.v7i2.36039

Wijayanto, B., Luthfi, Z. F., Suci, F. R. Z., Operma, S., Pernando, J., & Johnstone, J. M. (2023). Augmented Reality-Based Mobile Learning: Enhancing Student Spatial Intelligence. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, *23*(9), 217–230. https://doi.org/10.33423/jhetp.v23i9.6135

Zhou, Z. (2018). An Empirical Study on the Influence of PBL Teaching Model on College Students' Critical Thinking Ability. *English Language Teaching*, *11*(4), 15. https://doi.org/10.5539/elt.v11n4p15